

Polinização em Melancia com e sem Semente



ISSN 2179-8184

Dezembro, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 168

Polinização em Melancia com e sem Semente

*Isac Gabriel Abrahão Bomfim
Darci de Oliveira Cruz
Breno Magalhães Freitas
Fernando Antonio Souza de Aragão*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2013

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

www.cnpat.embrapa.br

cnpat.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*

Secretário-Executivo: *Marcos Antônio Nakayama*

Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli*

Rodrigues Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita

de Cassia Costa Cid, Rubens Sonsol Gondim,

Fábio Rodrigues de Miranda

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

Foto da capa: *Isac Gabriel Abrahão Bomfim*

1ª edição (2013): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Polinização em melancia com e sem semente / Isac Gabriel Abrahão Bomfim... [et al.]. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

53 p. : il. ; 15 cm x 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 168).

1. Melancia. 2. *Citrullus lanatus*. 3. Cucurbitácea. IV. Polinização. V. Frutificação. I. Bomfim, Isac Gabriel Abrahão. II. Cruz, Darci de Oliveira. III. Freitas, Breno Magalhães. IV. Aragão, Fernando Antônio Souza de. V. Série.

CDD 635.615

© Embrapa 2013

Autores

Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, professor da Fatec-Sertão Central, Quixeramobim, CE, isacbomfim@yahoo.com.br

Darci de Oliveira Cruz

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Entomologia, Fortaleza, CE, cruzdarci@yahoo.com.br

Breno Magalhães Freitas

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Abelhas e Polinização, professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, freitas@ufc.br

Fernando Antonio Souza de Aragão

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia/ Melhoramento Genético Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, fernando.aragao@embrapa.br

Apresentação

As cucurbitáceas representam atualmente 20% da produção total de produtos olerícolas do mundo, e a melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] é a representante mais cultivada em nível global, atingindo 40% da produção mundial de cucurbitáceas.

Para que haja a formação de frutos, as flores de melancia precisam ser polinizadas. Assim, o sistema de produção preconiza o uso de abelhas, cujas colmeias são introduzidas na área agrícola para realizarem esse trabalho essencial. Essa necessidade é particularmente importante quando o cultivo é realizado em ambientes protegidos, como casa de vegetação, onde insetos polinizadores nativos não têm acesso às flores.

Nem sempre a introdução de colmeias gera bom resultado, levando a quebras de produtividade e prejuízos para os produtores de melancia. Esse problema também tem sido verificado em várias outras culturas dependentes de polinização biótica, tanto no Brasil quanto no exterior, e isso ocorre porque, apesar de saber da necessidade de polinização, a grande maioria das pessoas envolvidas no agronegócio, de produtores a pesquisadores, não entende bem o processo de polinização, sua complexidade e particularidade para cada cultura.

No presente Documento, pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical e do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como resultado de uma parceria que vem dando excelentes frutos, apresentam informações fundamentais sobre a polinização da melancia, que vão desde os requerimentos de polinização ao melhor arranjo de plantas para favorecer a polinização, até a efetividade de cada polinizador, o momento correto de introduzi-los, retirá-los e como manejá-los nas áreas agrícolas. Este Documento pretende, com informações geradas em cultivos no Brasil, preencher a lacuna sobre a polinização da melancia, propiciando a produtores, estudantes e demais interessados conhecimentos que lhes permitam entender os processos envolvidos na polinização e frutificação da melancia, podendo assim minimizar o déficit de polinização nos plantios e aproveitar ao máximo o potencial produtivo de suas plantas.

Cláudio Rogério Bezerra Torres

Chefe-Geral Interino da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução	8
Cultura e polinização da melancia	10
Origem e importância da melancia	10
Tendências de mercado.....	12
Técnicas para produção de melancias sem semente	16
Biologia floral	19
Características das flores e recursos ofertados.....	19
Período de florescimento e proporção de flores estaminadas e pistiladas	23
Período de atratividade aos visitantes florais.....	26
Requerimentos de polinização	27
Polinizadores.....	32
Visitantes e polinizadores.....	32
Eficiência de polinização	35
Introdução de polinizadores manejáveis em áreas de cultivo de melancia	36
Momento da introdução e condições das colônias de <i>Apis mellifera</i>	39
Densidade de colmeias	39
Localização, distribuição e instalação das colmeias.....	41
Defensivos agrícolas x polinização	42
Referências	45

Polinização em Melancia com e sem Semente

Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Darci de Oliveira Cruz

Breno Magalhães Freitas

Fernando Antonio Souza de Aragão

Introdução

As cucurbitáceas são plantas anuais herbáceas de hábito rasteiro que normalmente apresentam gavinhas e são conhecidas principalmente pelos frutos tipo pepônio, que, de acordo com cada espécie e variedade, apresentam diversas formas, tamanhos e sabores. Além disso, os frutos possuem muitas sementes, que também apresentam um importante valor comercial. Dependendo da espécie, seus frutos podem ser consumidos crus (em saladas ou como sobremesas), cozidos ou em conserva, como pickles (WEHNER; MAYNARD, 2003).

A domesticação das cucurbitáceas está ligada ao surgimento da agricultura e, de certa forma, ao início de civilizações humanas. Atualmente, as cucurbitáceas são cultivadas tanto em campo aberto quanto em casas de vegetação, o que faz com que essa família botânica esteja entre as mais cultivadas no mundo (BISOGNIN, 2002). Entre os representantes mais importantes dessa família, estão as olerícolas, como os vários tipos de abóboras (*Cucurbita* spp.), melancia (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*) e pepino (*Cucumis sativus*), que juntos representam 20% da produção total de produtos olerícolas do mundo. A melancia é a mais importante das cucurbitáceas em nível mundial, com cerca de 40% da produção total, seguida do pepino, com 27%, melão, com 20%, e abóbora, com 13% (BARROSO et al., 2007).

Para a formação de frutos, as cucurbitáceas cultivadas necessitam de polinização, exceto poucas variedades de pepino que apresentam partenocarpia natural (desenvolvimento do fruto de maneira assexuada). A polinização consiste na transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma da mesma flor ou de outra flor (DELAPLANE; MAYER, 2000). Devido à grande quantidade de óvulos, aos grãos de pólen pesados e pegajosos (MUSSEN; THORP, 1997) e à separação espacial entre as partes reprodutivas masculinas e femininas, faz-se necessária a presença de agentes bióticos para realização da polinização, já que as características apresentadas anteriormente evitam que uma planta consiga se polinizar de modo independente, ou mesmo com a ajuda do vento (agente abiótico) (FREE, 1993; DELAPLANE; MAYER, 2000; SOUSA et al., 2009).

A separação espacial nas flores das cucurbitáceas pode ocorrer de duas formas: as partes reprodutivas masculinas e femininas podem se localizar na mesma flor, porém sem existir nenhuma forma de contato entre elas; ou as partes reprodutivas masculinas e femininas se encontram em flores distintas, assim, apresentando flores estaminadas (masculinas) e flores pistiladas (femininas) separadamente em uma mesma planta (MUSSEN; THORP, 1997).

É imprescindível que, durante o período de florescimento, existam agentes polinizadores adequados e suficientes para garantir a polinização. A ausência de polinizadores pode acarretar uma perda de 90% ou mais na produção de frutos (KLEIN et al., 2007; SOUSA et al., 2009; SERRA; CAMPOS, 2010). Isso significa que a aplicação de boas práticas agrícolas, como a correção e adubação do solo, o plantio de sementes e mudas de qualidade superior, o uso de sistemas de irrigação automatizados e o controle de pragas e doenças, por si sós, não são suficientes para obtenção de altas produtividades (HODGES; BAXENDALE, 2007; REYES-CARRILLO et al., 2009). Dentre os agentes bióticos, as abelhas são os principais polinizadores das cucurbitáceas (WEHNER; MAYNARD, 2003; BARROSO et al., 2007).

Cultura e Polinização da Melancia

Origem e importância da melancia

Acredita-se que a melancia atual [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] descende de formas de melancias primitivas, nativas de regiões secas do continente africano. Os egípcios, que a cultivam há pelo menos 4.000 anos, foram os responsáveis pelo início de sua domesticação e melhoramento. Posteriormente, seu cultivo se expandiu ao Oriente Médio, Índia e China, e somente chegou à Europa por volta do século 13. No século 18, foi levada por colonizadores europeus aos EUA, onde, a partir de programas de melhoramento, foram desenvolvidas novas variedades mais produtivas (MOHR, 1986; ALMEIDA, 2006).

No Brasil, a cultura foi introduzida em dois momentos distintos. O primeiro foi durante o século 16 por meio de sementes trazidas por escravos africanos. Já o segundo ocorreu em meados do século 20, em Americana, São Paulo, onde foram introduzidas variedades melhoradas geneticamente vindas dos EUA e Japão (VILELA et al., 2006).

A melancia, como outras cucurbitáceas, é cultivada pelo aproveitamento de seus frutos e sementes. Os frutos, adocicados e suculentos, são muito apreciados como fruta fresca durante o café da manhã e como sobremesa, bem como na forma de suco. Porém, em alguns países, a melancia é aproveitada de diversas outras formas, como, por exemplo, para fazer bebidas alcoólicas, como fonte de água em regiões áridas ou até mesmo na alimentação animal. Além disso, muitos povos também utilizam as sementes para consumo, as quais podem ser ingeridas assadas ou usadas como farinha para fazer pão (MOHR, 1986; NJORGE et al., 2004). As sementes também podem ser usadas como um vermífugo natural (ALMEIDA, 2006).

Do ponto de vista social, a cultura da melancia é uma importante atividade geradora de emprego e renda no campo, haja vista a necessidade intensiva de mão de obra para a realização dos tratamentos culturais. Além do mais, a facilidade de cultivo possibilita a sua prática por pequenos, médios e grandes olericultores (SOUZA et al., 2008).

Segundo os dados da FAO, a produção mundial dessa cucurbitácea em 2011 foi de quase 103 milhões de toneladas, em uma área cultivada de aproximadamente 3,5 milhões de hectares. Os cinco maiores produtores mundiais são China, Turquia, Irã, Brasil e EUA, que juntos representam quase 78% da produção mundial, sendo a China sozinha responsável por mais de 86% desse montante (FAOSTAT, 2013). No Brasil, segundo dados do IBGE, o valor da produção em 2011 alcançou 951,81 milhões de reais, resultado da produção de aproximadamente 2,2 milhões de toneladas de frutos em uma área de 97.718 ha (IBGE, 2011). Rio Grande do Sul (421.647 t), Bahia (292.432 t), Goiás (272.650 t), São Paulo (242.586 t), Pará (120.909 t) e Paraná (107.376 t) são os seis estados brasileiros com maior produção de melancia.

Apesar de figurar entre os quatro maiores produtores de melancia do mundo em 2011, o Brasil ocupa a 39ª colocação em produtividade, que gira em torno de 22,5 t/ha (FAOSTAT, 2013; IBGE, 2011). Isso revela uma situação problemática, pois a produtividade nacional se encontra abaixo da média mundial, que é de quase 30 t/ha (FAOSTAT, 2013). Desse modo, se a produtividade brasileira alcançasse níveis equivalentes aos de países europeus, como por exemplo, Grécia (46,3 t/ha) e Espanha (43,1 t/ha), que têm as maiores produtividades do mundo, o Brasil precisaria apenas da metade da área plantada no ano de 2011 para igualar a quantidade produzida nesse mesmo ano (FAOSTAT, 2013). A provável explicação para a baixa produtividade nacional pode ser o elevado déficit de polinização encontrado na maioria das áreas agrícolas no País (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

A ênfase nos cuidados com a saúde, associada aos aspectos nutritivos dos alimentos, tem contribuído para a ampliação do consumo de frutas frescas, principalmente em países desenvolvidos. Essa demanda ocorre durante o ano todo, mesmo nos períodos em que não é possível a produção de frutos de melancia, o que leva à procura de produtos em mercados externos, com o mesmo padrão de qualidade e aceitação pelos consumidores (DIAS et al., 2010). Dentro desse contexto, o Brasil visualizou seu potencial para atender esse importante mercado, passando a adequar e destinar parte da sua produção para esses clientes, principalmente o europeu.

Em 2011, mesmo exportando apenas 1,33% (aproximadamente 30 mil toneladas) da produção nacional de melancia, o Brasil, ainda assim, alcançou o 13º lugar mundial em valor de exportação (FAOSTAT, 2013). Esse posicionamento como um grande exportador de melancia é devido às condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura no País, principalmente no Nordeste, que vem despontando no cultivo dessa olerícola. A região dispõe de elevada luminosidade (2.000 a 3.000 horas/ano), altas temperaturas (24°C a 32°C) durante o ano inteiro e baixos índices pluviométricos (500 mm/ano), concentrados principalmente em uma limitada estação chuvosa bem definida (ANGELOTTI; COSTA, 2010). Somada a isso, a adaptação de sistemas e técnicas de cultivo específicas propiciaram a produção de frutos de melancia “tipo exportação”, atendendo às exigências do mercado europeu (DIAS et al., 2010).

A produção de melancia no Estado do Ceará, apesar de não figurar entre as maiores do Brasil, vem crescendo ano a ano, tendo aumentado 14 vezes na década de 2000. Nesse estado, a produção é focada no segmento de melancia sem semente, o que o torna o maior exportador nacional, com comercialização de frutos principalmente para a Inglaterra, Alemanha, Holanda e Bélgica. Vale ressaltar que a maioria das áreas de cultivo é implantada mediante contratos de exportação, alcançando 70% volume total produzido (VILELA et al., 2006).

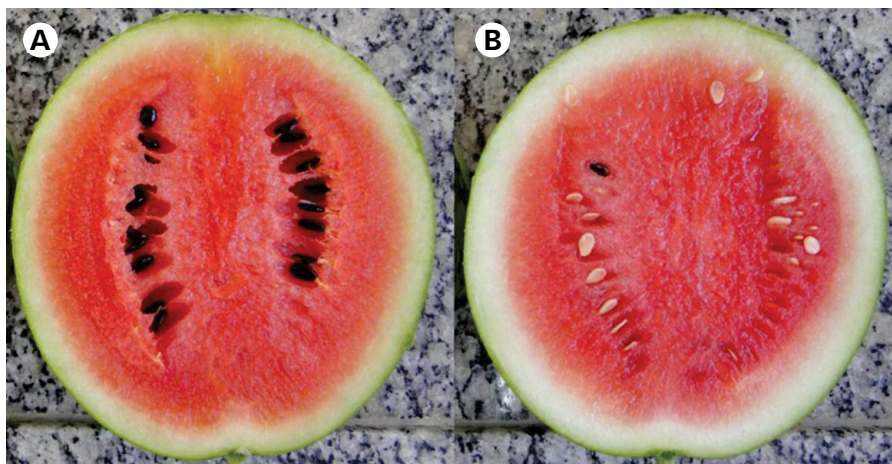
Tendências de mercado

A melancia é um fruto muito apreciado pelo consumidor brasileiro, mas muitas vezes rejeitada devido à alta quantidade de sementes e ao tamanho e peso elevados, o que dificulta o transporte, armazenamento e conservação em geladeiras. As melancias grandes são preferidas principalmente por hotéis e restaurantes, e também por supermercados que as comercializam em bandas ou fatias (Figura 1), forma não muito aceita pelos consumidores. Então, para atender consumidores cada vez mais exigentes, bem como famílias cada vez menores, melhoristas e produtores estão desenvolvendo e cultivando variedades sem sementes e de frutos pequenos (Figura 2), que ocupam menos espaços e são consumidos em menor tempo, evitando estragos e desperdícios (QUEIRÓZ et al., 1999, GONÇALVES et al., 2009).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 1. Melancias fatiadas, comercializadas em gôndolas de supermercados.



Fotos: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 2. Minimelancias com (A) e sem (B) semente.

As variedades de minimelancia (também conhecida como *personal size*, *icebox* ou *baby*) sem semente são as preferidas dos consumidores europeus. Esses frutos, além da ausência de sementes, possuem peso de até 1,5 kg e diâmetro máximo de 20 cm, tamanho suficiente para servir dois adultos ou quatro crianças em um café da manhã (VILELA et

al., 2006). Esse tipo de fruto alcança maiores preços no mercado para exportação e vendas em redes de supermercados locais (KARASAWA et al., 2008) (Figura 3), daí a viabilidade de seu cultivo em campo e em casas de vegetação (Figura 4), outra tendência no País.



Fotos: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 3. Minimelancia sem semente (à direita) comercializada ao lado da melancia convencional (à esquerda). Em destaque, a diferença de tamanho entre os tipos.



Fotos: Isac Gabriel A. Bomfim

Figura 4. (A) Vista externa de casas de vegetação tipo arco; (B) vista interna de uma casa de vegetação com cultivo de minimelancia tutorada.

Muitas hortaliças em cultivo protegido, associado ao aumento da densidade e ao tutoramento das plantas e frutos, bem como à introdução de polinizadores (Figura 5), têm a frutificação e a qualidade

aumentadas e as perdas em produção diminuídas. Esse sistema de cultivo também proporciona a produção antecipada ou na entressafra, promovendo um maior retorno ao produtor do que o obtido com o cultivo convencional em campo aberto (CAMPAGNOL et al., 2010).

Com o cultivo em casas de vegetação, é possível produzir hortaliças em praticamente qualquer local, seja de clima quente ou frio, em virtude de um melhor controle do ambiente. Nesse sistema, pode-se controlar, com grande precisão, fatores como temperatura, umidade, luminosidade, presença de vetores nocivos e doenças etc., sendo possível ainda a automação. Entretanto, é preciso que o produtor obtenha compensação financeira em relação aos gastos de implantação. Para que isso ocorra, é fundamental estar atento à escolha da estrutura, que deverá ser adequada às exigências de cada cultura agrícola e local de cultivo (ISHIKAVA; FIGUEIREDO, 2011).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 5. Colmeias de abelhas sem ferrão (meliponíneos) para polinização das flores de minimelancia cultivada em casa de vegetação.

Técnicas para produção de melancias sem semente

Para obtenção de melancia sem semente (triploides; $n = 33$), é necessário o plantio de variedades com semente (diploides; $n = 22$) na mesma área, as quais funcionam como doadoras de pólen (variedades polinizadoras), pois as variedades triploides têm número de cromossomos assimétricos, o que impede uma produção suficiente de grãos de pólen viáveis (MAYNARD; ELMSTRON, 1992; SOUZA et al., 1999). Já as variedades diploides possuem grãos de pólen viáveis que são capazes de germinar e emitir tubo polínico, mesmo no estigma de flores pistiladas das variedades triploides, e, conseqüentemente, capazes de promover a liberação de fitormônios que ativam o mecanismo da partenocarpia, responsável pelo crescimento e desenvolvimento dos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2004; FREEMAN et al., 2007).

Para evitar baixos rendimentos gerados por possíveis deficits de polinização, em áreas de melancia triploides, é ideal que se utilize uma proporção ou frequência de 20% a 33% de plantas diploides (conhecidas como doadoras ou polinizadoras), ou seja, uma razão entre plantas triploides e diploides de 4:1, 3:1 ou 2:1, com uma distância não maior do que 4,5 m entre esses dois tipos de melancia (NeSMITH; DUVAL, 2001; FIACCHINO; WALTERS, 2003).

Além disso, o arranjo ou disposição em que esses dois tipos de melancia são plantadas ou transplantadas no campo também afeta a produção de frutos sem semente ($3n$). Desse modo, as plantas triploides e as variedades polinizadoras ($2n$) podem ser plantadas em linhas separadas (linhas dedicadas) ou dentro da mesma linha. O método do plantio em linhas separadas estabelece uma linha inteira dedicada aos indivíduos diploides para cada duas a quatro linhas inteiras plantadas com indivíduos triploides (Figura 6A). Já o plantio de variedades doadoras de pólen ($2n$) na mesma linha das triploides pode ser feito para reduzir a distância entre ambos os tipos de melancia. Para isso, pode-se plantar uma planta diploide a cada duas a quatro covas, substituindo um lugar que normalmente iria ser ocupado por uma planta triploide (Figura 6B), ou interplantar plantas diploides entre as covas de triploides (Figura 6C), o que reduz pela metade o espaçamento entre

essas plantas a cada duas a quatro plantas triploides dentro da mesma linha, dependendo da razão triploide:diploide escolhida (DITTMAR et al., 2010). Esse último padrão de arranjo maximiza a presença da variedade sem semente na área, e conseqüentemente a produção de frutos sem semente. Para esse método, devem-se utilizar variedades diploides já melhoradas e desenvolvidas para esse tipo de arranjo, ou seja, variedades doadoras de pólen que não atrapalhem o desenvolvimento das plantas triploides adjacentes, já que o espaçamento entre elas está reduzido pela metade, e que também produzam mais flores estaminadas por planta e grãos de pólen por estames (FREEMAN et al., 2007).

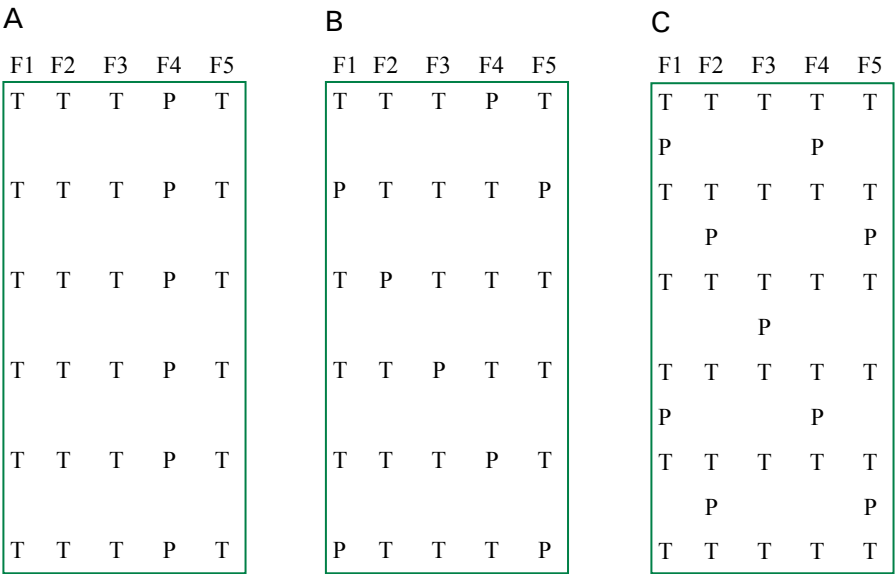


Figura 6. Desenhos esquemáticos de três tipos de arranjos de plantio de melancia sem semente, mantendo a razão de 3:1 entre plantas triploides e diploides: (A) linhas dedicadas; (B) mesma linha – substituição de covas; (C) mesma linha – interplantio.

F: fila ou linha; T: planta triploide (sem semente); P: planta polinizadora ou doadora (diploide/com semente).

Para os dois primeiros métodos descritos acima, é importante utilizar variedades diploides que produzam frutos comercializáveis, já que até 33% da área destinada para produção de melancia sem semente

será ocupada por plantas que produzirão frutos com semente ($2n$). Além disso, as variedades doadoras de pólen ($2n$) devem ter um padrão de coloração da casca diferente das variedades triploides para fácil distinção e separação durante a colheita (Figura 7), e, consequentemente, a comercialização adequada para cada tipo de fruto produzido (MAYNARD; ELMSTRON, 1992).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 7. Diferentes padrões de coloração da casca para auxiliar na distinção entre melancias com semente (casca lisa) e sem semente (casca listrada), no momento da colheita.

Todo esse manejo diferenciado no cultivo de melancias sem semente ainda assim não garante uma real produção de frutos, pois é indispensável a presença das abelhas, já que elas têm um papel fundamental na transferência dos grãos de pólen providos pelas variedades diploides para o estigma das flores pistiladas triploides, o que, consequentemente, promove a produção dos frutos esperados (MAYNARD; ELMSTRON, 1992).

Além do mais, para a produção de melancias sem semente, as flores pistiladas necessitam de um número muito maior de visitas de seus polinizadores do que se exige na produção da melancia convencional,

para que se atinja a quantidade ideal de grãos de pólen viáveis em seu estigma. Nesse sistema, em uma mesma visita, as abelhas inevitavelmente transferem às flores pistiladas tanto grãos de pólen viáveis (oriundos das flores estaminadas diploides), como grãos de pólen inviáveis (oriundos das flores estaminadas triploides), sendo que esses últimos não contribuem em nada para o vingamento e desenvolvimento dos frutos (WALTERS, 2005).

Biologia floral

Características das flores e recursos ofertados

A melancieira pode apresentar dois tipos de expressão sexual: a monoícia, quando ocorrem flores unissexuais na mesma planta (Figura 8), ou seja, flores estaminadas (masculinas) e pistiladas (femininas), característica que predomina na grande maioria das variedades comerciais; ou a andromonoícia, quando ocorrem flores estaminadas (masculinas) e perfeitas (hermafroditas) (Figura 9) na mesma planta, fato que acontece em apenas 5% dos casos (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; DELAPLANE; MAYER, 2000; NASCIMENTO et al., 2011).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 8. Variedade de melancia monoica com flores masculinas (♂ estaminadas) e femininas (♀ pistiladas) na mesma planta.

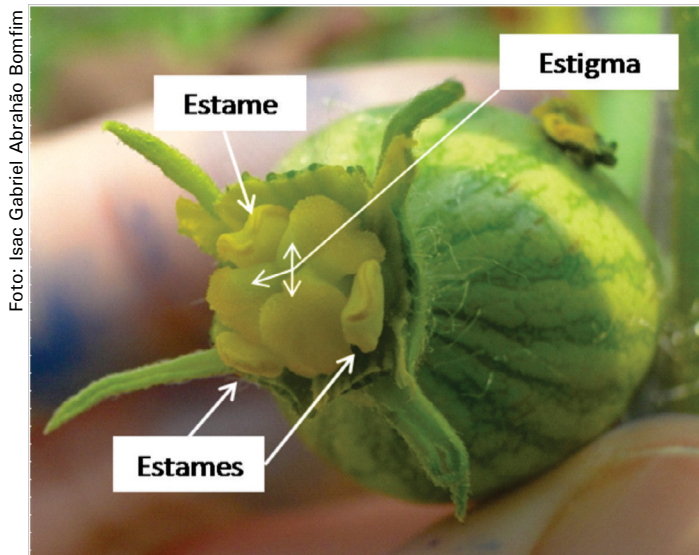


Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 9. Flor de melancia hermafrodita (perfeita) sem as pétalas, para destacar as partes reprodutivas (três estames e um estigma dividido em três lóbulos).

As flores de ambos os sexos (estaminadas e pistiladas) se desenvolvem no mesmo ramo, normalmente a partir do terceiro nó, e surgem nas axilas foliares, geralmente de forma solitária, ou seja, apenas uma flor em cada axila (McGREGOR, 1976; MOHR, 1986; SOUZA et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2011). Nos ramos menos vigorosos, ou no início da floração, as flores são relativamente pequenas, mas logo depois são produzidas flores maiores com 2,5 cm em média, podendo chegar a mais de 3 cm de diâmetro em algumas variedades (WOLF et al., 1999; NASCIMENTO et al., 2011). O pedicelo é longo e delgado nas flores masculinas, e curto e grosso nas femininas (SOUZA et al., 2008). A corola é ligeiramente tubular, porém rasa, com cinco pétalas, fundidas apenas na base, de cores amarelas ligeiramente esverdeadas que vão desbotando ao longo do dia, ficando, assim, com cores mais pálidas devido a todo o período de exposição ao sol (McGREGOR, 1976; MOHR, 1986; DELAPLANE; MAYER, 2000). Essas características apontam para uma síndrome de polinização melitófila (polinização por abelhas) (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979).

As flores estaminadas ou masculinas possuem apenas três estames separados e bem expostos aos visitantes, localizados no centro da flor, contornando o nectário floral, que se encontra na base da corola, também facilmente acessível aos visitantes (MOHR, 1986; STANGHELLINI et al., 2002a). Cada estame é formado por um filete que sustenta uma antera com abertura longitudinal, por onde são liberados os grãos de pólen. A deiscência das anteras e a então liberação dos grãos de pólen nas flores estaminadas da melancia ocorrem geralmente antes mesmo do início da antese. No entanto, esses grãos de pólen permanecem aderidos às anteras até que sejam removidos por visitantes florais (MOHR, 1986; DELAPLANE; MAYER, 2000). Isso ocorre devido à presença do pollenkitt, uma substância oleosa que reveste a superfície dos grãos de pólen, deixando-os pegajosos e unidos em grandes números, fato esse que dificulta seu transporte pelo vento e facilita sua aderência aos corpos dos visitantes florais e, conseqüentemente, seu transporte em massa pelos polinizadores até o estigma de uma flor. Além disso, o odor emitido pelo pollenkitt também tem um importante papel na atração de visitantes florais (PACINI; HESSE, 2005).

Em média, dependendo da variedade, são produzidos aproximadamente de 26 a 37 mil grãos de pólen por flor estaminada de melancias diploides (STANGHELLINI; SCHULTHEIS, 2005). Dessa forma, esse tipo de flor oferta aos seus visitantes tanto néctar (fonte energética) quanto pólen (fonte de proteínas, vitaminas, minerais e lipídeos) (MUSSEN; THORP, 1997; AZO' O ELA et al., 2010).

Facilmente se distinguem as flores estaminadas das pistiladas, já que as flores pistiladas apresentam um ovário bem proeminente, que se parece com seu fruto na forma final, porém ainda de tamanho mínimo (SOUZA et al., 2008) (Figura 10). O ovário pode variar de tamanho e formato dependendo da variedade e do ramo da planta em que surge (MOHR, 1986). Esse tipo floral apresenta um único ovário ínfero, pluriovular, tricarpelar eunilocular (dividido em falsos lóculos) (NASCIMENTO et al., 2011; TSCHOEKE et al., 2011), ligado a um estilete grosso e bem curto, que contém, em seu ápice, um estigma

adesivo dividido em três lóbulos grandes. Ao redor da base do estilete, encontra-se o nectário raso, bem acessível aos visitantes florais (MANN, 1943; STANGHELLINI et al., 2002b). As superfícies desses lóbulos se encontram recobertas por exsudatos estigmáticos, o que as deixam bem úmidas antes mesmo de a flor ser polinizada. Logo após o processo de polinização, percebe-se um aumento considerável em volume desses exsudatos, que acabam por fornecer um meio ideal para a germinação dos grãos de pólen de melancia. Dessa maneira, em aproximadamente uma hora após a polinização, esses grãos germinam, e seus tubos polínicos começam a penetrar no estilete, caminhando para o processo de fertilização dos inúmeros óvulos (HAWKER et al., 1983).

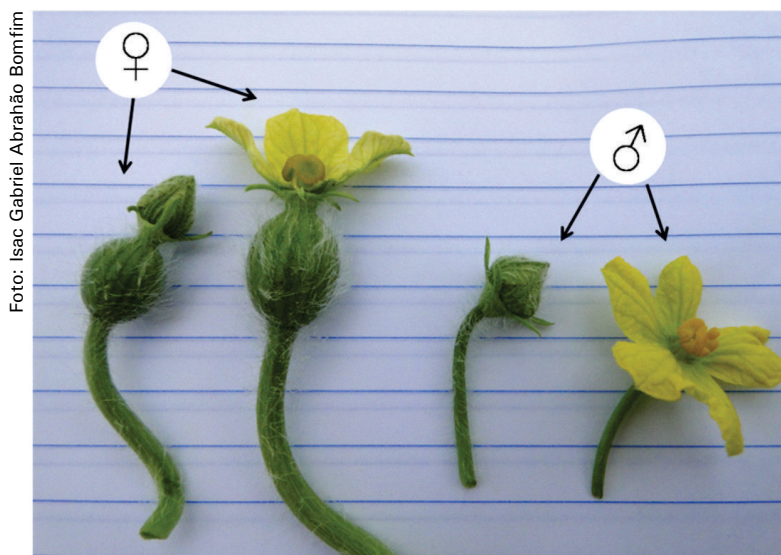


Figura 10. Diferenças morfológicas entre botões florais, flores ♂ masculinas e ♀ femininas.

Como recurso, as flores pistiladas ofertam somente néctar aos seus visitantes (AZO’O ELA et al., 2010). O volume de néctar das flores de melancia de ambos os sexos é muito baixo, porém sua concentração de açúcar varia de aproximadamente 18% a 50% em algumas variedades (WOLF et al., 1999; TAHA; BAYOUMI, 2009). A composição dos

fluidos nectaríferos não se altera mesmo após a polinização, mas podem ocorrer flutuações na concentração de açúcar do néctar ao longo do dia (HAWKER et al., 1983). Taha e Bayoumi (2009) relataram uma pequena diferença entre a concentração de açúcar no néctar de flores estaminadas e pistiladas, uma vez que as flores estaminadas apresentaram néctar com concentração de 18,45%, enquanto as flores pistiladas, de 19,24%. Acredita-se que a melancieira seja capaz de repor o néctar de suas flores após ele ser coletado pelos visitantes, pois tanto as flores estaminadas quanto as flores pistiladas recebem inúmeras visitas enquanto estão abertas (ELMSTROM; MAYNARD, 1990). Essa hipótese é reforçada pelo fato de uma flor pistilada de melancia requerer múltiplas visitas para formação de seus frutos (ADLERZ, 1966; STANGHELLINI et al., 1998a).

Período de florescimento e proporção de flores estaminadas e pistiladas

A temperatura influencia diretamente o florescimento da melancieira, a razão entre flores estaminadas e pistiladas, a antese, o tamanho do ovário, a receptividade do estigma, a viabilidade polínica, o crescimento do tubo polínico, o número de óvulos e a maturação dos frutos, sendo seu maior rendimento em temperaturas entre 25 °C e 35 °C (SEDGLEY; BUTTROSE, 1978; GUERRA-SANZ, 2008).

A fase de florescimento pode iniciar de 30 a até mais de 60 dias após a semeadura, sendo mais precoce nas regiões de temperatura mais elevada (MALERBO-SOUZA et al., 1999; SOUZA; MALERBO-SOUZA, 2005; GICHIMU et al., 2008; TAHA; BAYOUMI, 2009; AZO'O ELA et al., 2010). A partir de então, a cultura continua florescendo durante toda sua fase de crescimento vegetativo e desenvolvimento do fruto (CUNNINGHAM, 1939), podendo durar de 30 a mais de 60 dias (MALERBO-SOUZA et al., 1999; NJORGE et al., 2004; SOUZA; MALERBO-SOUZA, 2005; TAHA; BAYOUMI, 2009; AZO'O ELA et al., 2010). Apesar de Mohr (1986) afirmar que diferentemente de outras espécies de cucurbitáceas, a melancia não tem picos de florescimento. Outros autores relatam que o pico de florescimento ocorre entre o 15º e o 40º dia após seu início, o qual perdura por pelo menos uma semana

(NJORGE et al., 2004; TAHA; BAYOUMI, 2009; AZO' O ELA et al., 2010; BOMFIM et al., 2012).

O número de flores estaminadas produzidas por uma planta de melancia é bem maior do que o de flores pistiladas, de modo que, durante toda a fase de florescimento, a razão média é de 5 a 13 flores masculinas para cada flor feminina (NJORGE et al., 2004; SOUZA; MALERBO-SOUZA, 2005; GUERRA-SANZ, 2008; TAHA; BAYOUMI, 2009; BOMFIM et al., 2012). Existe um incremento na emissão de flores masculinas com o aumento da temperatura. A razão entre flores estaminadas e pistiladas varia de acordo com a cultivar, condições ambientais e vingamento do primeiro fruto (SEDGLEY; BUTTROSE, 1978).

A duração do período de emissão de flores difere entre as estaminadas e as pistiladas. As flores pistiladas surgem normalmente depois e senescem antes das flores estaminadas, porém o pico de florescimento de ambos os sexos florais normalmente coincide (NJORGE et al., 2004; GICHIMU et al., 2008). As primeiras flores estaminadas surgem entre 3 e 12 dias antes das primeiras flores pistiladas (SOUZA et al., 2008; GICHIMU et al., 2008). A flor pistilada e a flor estaminada localizada na axila foliar logo abaixo da primeira, normalmente, abrem no mesmo dia (MOHR, 1986; KWON et al., 2005). A condição fisiológica e o número de frutos vingados em uma planta também determinam o número de flores pistiladas que serão emitidas (CUNNINGHAM, 1939; MOHR, 1986).

O botão floral atinge sua maturidade, e conseqüentemente a fase da antese, por volta do quinto dia após o seu aparecimento na axila foliar. Contudo, esse período pode variar de acordo com a cultivar e as condições climáticas (FERREIRA, 2005). O horário de abertura e fechamento assim como o tempo total em que essas flores permanecem abertas variam com o sexo floral, variedade e, principalmente, com as condições climáticas e ambientais das áreas de cultivo (TSCHOEKE et al., 2011). Em regiões mais quentes, tanto a abertura quanto o fechamento das flores tendem a ser precoces (FREE, 1993; GUERRA-SANZ, 2008). Pode-se dizer que as

flores iniciam a abertura e a expansão da corola logo nas primeiras horas de sol, e permanecem abertas durante toda a manhã, até se fecharem definitivamente durante o início da tarde, apresentando uma longevidade média de oito horas (McGREGOR, 1976; STANGHELLINI et al., 2002a,b; AZO’O ELA et al., 2010; TSCHOEKE et al., 2011). A expansão e retração da corola se comportam da seguinte maneira: logo após o início de sua abertura, a corola chega à forma de taça, continua sua expansão passando em poucas horas para o formato de um prato e, quando finalmente atinge sua plena expansão, apresenta a forma de um guarda-chuva invertido (Figura 11). Após esse período, que dura em torno de 4 horas, a corola deixa de se expandir e começa a se retraindo, passando novamente por todas as fases até se fechar. Ela não torna mais a abrir, mesmo quando não polinizada (FREE, 1993).

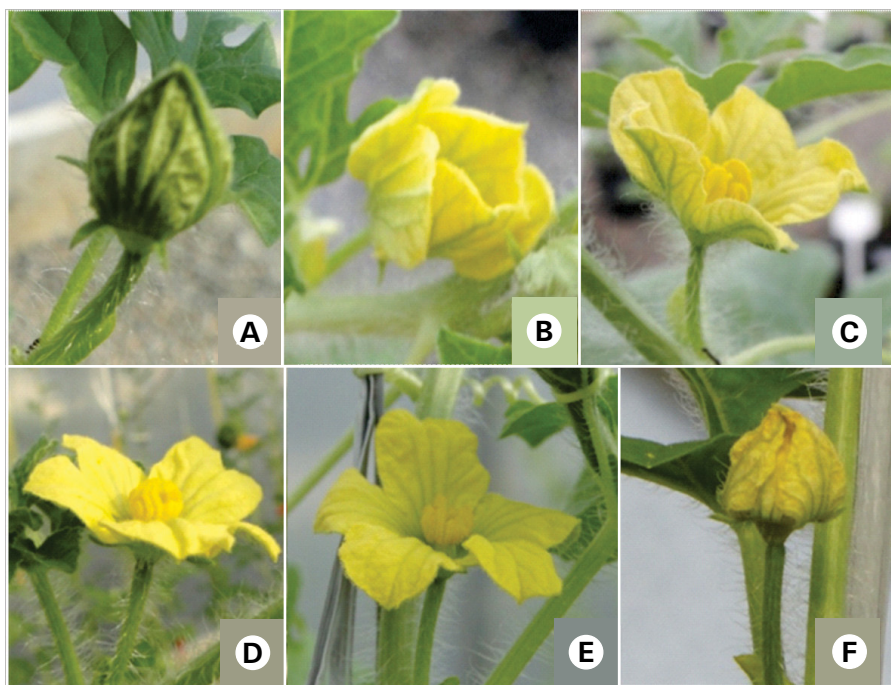


Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 11. Movimentação da corola durante a antese das flores masculinas: (A) botão floral; (B) início da antese; (C) flor em forma de taça; (D) de prato; (E) de guarda-chuva invertido; (F) fechada.

Período de atratividade aos visitantes florais

Tanto as flores estaminadas quanto as pistiladas permanecem atrativas ao longo de todo o período da antese. Porém, como a densidade de flores na cultura da melancia é baixa e elas não se destacam muito sobre as folhagens, as abelhas são facilmente distraídas para fontes mais recompensadoras nas proximidades (DELAPlane; MAYER, 2000) (Figura 12). A atividade das abelhas no campo é altamente dependente da temperatura, luminosidade e velocidade do vento (ELMSTROM; MAYNARD, 1990). Assim, a maior atividade ocorre em temperaturas entre 21 °C e 39 °C, com ótimo entre 28 °C e 30 °C (DIAS et al., 2010). Logo, os horários de maior visitação às flores são entre 8h e 10h (FREE, 1993; ELMSTROM; MAYNARD, 1990; NJORGE et al., 2004; TAHA; BAYOUMI, 2009; AZO'OLA et al., 2010).

A coleta de néctar pelo visitante floral é bastante intensa e regular ao longo da antese, enquanto a de pólen é bem baixa e somente ocorre nas primeiras horas da antese (AZO'OLA et al., 2010).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 12. Abelha *Apis mellifera* buscando néctar nas flores de uma planta nativa, fora do plantio de melancia.

Requerimentos de polinização

A falha no vingamento de um fruto, muitas vezes, é resultado de uma polinização inadequada, que é reflexo de um baixo número de óvulos fertilizados (Figura 13). Mesmo nas variedades triploides, é essencial uma polinização adequada para que haja uma produção suficiente de fitormônios que estimulem não só o vingamento, como também o bom desenvolvimento do fruto (MUSSEN; THORP, 1997) (Figura 14). Assim, para que ocorra uma polinização ótima, que levará à formação de frutos dentro dos padrões comerciais, é necessário que os requerimentos de polinização da planta sejam atendidos (FREE, 1993).



Figura 13. Falha no vingamento do fruto (polinização inadequada).



Figura 14. Fruto de minimelancia seis dias após polinização.

Apesar de ser uma espécie tida como xenógama (polinização cruzada), a melancia é também uma planta autocompatível, ou seja, que aceita também, indiferentemente, a autogamia (polinização dentro da mesma flor) ou mesmo a geitonogamia (polinização entre flores diferentes de uma mesma planta) (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997; DELAPLANE; MAYER, 2000).

As flores que são impedidas de serem visitadas por agentes bióticos (Figura 15), independentemente de serem monóclinas (flores bissexuadas ou hermafroditas) ou díclinas (unissexuadas), ou ainda diploides ou triploides, não vingam fruto de um modo natural (ADLERZ, 1966;

SPANGLER; MOFFETT, 1979; STANGHELLINI et al., 1997; 1998a,b; WALTERS, 2005), a não ser por aplicações de alguns reguladores de crescimento nos ovários dessas flores (HAYATA et al., 1995).

Portanto, as variedades de melancia que apresentam flores díclinas, o que representa a grande maioria, necessitam de vetores bióticos capazes de transportar os grãos de pólen localizados nas flores estaminadas diploides até as flores pistiladas (ADLERZ, 1966; MCGREGOR, 1976; SPANGLER; MOFFETT, 1979; FREE, 1993; STANGHELLINI et al., 1997; 1998a,b; DELAPLANE; MAYER, 2000; WALTERS, 2005). Do mesmo modo, as variedades que possuem flores monóclinas (hermafroditas), apesar de serem autocompatíveis, ou seja, serem capazes de formar um fruto por meio da polinização com seu próprio pólen, também precisam dos mesmos vetores, já que a deiscência de suas anteras é voltada para o lado das pétalas, e não na direção do estigma, o que acaba por ocasionar uma barreira espacial que impede o contato direto entre os grãos de pólen e o estigma dentro da mesma flor (NJOROGÉ et al., 2004; TSCHOEKE et al., 2011).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 15. Flor feminina de melancia protegida contra visitação biótica.

O estigma permanece receptivo durante todo o momento em que as flores se encontram abertas, porém a receptividade ótima ou máxima acontece até 5 horas após a abertura floral (McGREGOR, 1976; KWON, et al., 2005). No entanto, altas temperaturas podem reduzir os períodos de receptividade do estigma e a viabilidade polínica a um pequeno intervalo de tempo pela manhã (STANGHELLINI et al., 2002b). Os grãos de pólen permanecem viáveis desde o momento da deiscência das anteras até, pelo menos, o fechamento das flores. Contudo, altas temperaturas e baixa umidade pela manhã podem diminuir a viabilidade polínica (FREEMAN et al., 2008).

Em apenas 2 horas após a abertura, as flores estaminadas já perdem mais de 65% de sua massa polínica inicial e, com 4 horas, as flores estaminadas chegam ao seu limite máximo de depleção de grãos de pólen, que é próximo a 80%. Esse fato se deve à intensa visitação pelas abelhas às flores ao longo do dia. Mesmo as abelhas coletoras de néctar acabam impregnadas de grande quantidade de pólen das anteras das flores estaminadas, causando uma grande redução na quantidade de grãos de pólen disponível nas flores (WOLF et al., 1999; STANGHELLINI et al., 2002a). Isso indica que os maiores níveis de deposição de grãos de pólen no estigma das flores ocorrem nas primeiras 2 ou 3 horas após a abertura floral (STANGHELLINI et al., 2002b). Contudo, apesar de a depleção de grãos de pólen atingir seu máximo 4 horas após as flores abrirem, ainda continua a existir uma transferência de grãos de pólen ao estigma das flores após esse período, devido à transferência secundária.

O mecanismo de transferência secundária de grãos de pólen acontece quando parte desses grãos, que são retirados das anteras pelas abelhas, cai nas pétalas dessa mesma flor estaminada, ou cai nas pétalas de flores pistiladas, quando transportados por abelhas, antes de alcançar a superfície estigmática, e somente em visitas posteriores é que esses grãos de pólen são transferidos das pétalas ao estigma (RAMOS et al., 2011). Esse tipo de transferência ajuda a maximizar a polinização, já que cada flor pistilada da melancieira necessita de mais de 1.000 grãos de pólen para formar um fruto de padrão comercial (ADLERZ, 1966).

A polinização, o crescimento dos tubos polínicos e a fertilização são responsáveis pela liberação de substâncias naturais reguladoras do crescimento (hormônios vegetais ou fitormônios) que influenciam diretamente tanto no vingamento como nos padrões de desenvolvimento dos frutos (TSCHOEKE et al., 2011). Para o vingamento de um fruto sem deformações, uma flor pistilada deve estar com o estigma receptivo e receber pelo menos de 500 a 1.000 grãos de pólen viáveis, oriundos das variedades diploides, distribuídos uniformemente, de forma a cobrir toda a superfície dos três lóbulos estigmáticos (Figura 16).

Foto: Isaac Gabriel Abrahão Bomfim

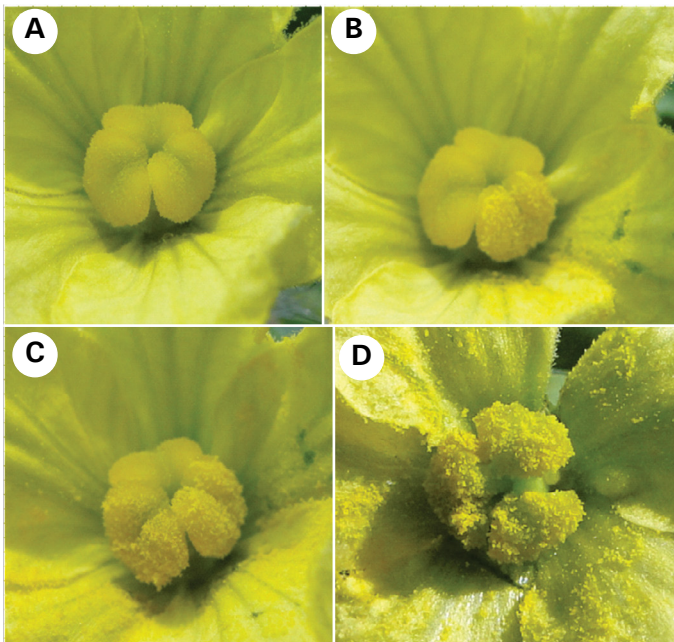


Figura 16. Superfície estigmática de uma flor feminina de melancia: (A) lóbulos não polinizados; (B) apenas um lóbulo polinizado; (C) dois lóbulos polinizados; (D) todos os lóbulos polinizados.

A necessidade de ter a massa polínica espalhada em cada lóbulo acontece porque a maioria dos tubos polínicos cresce diretamente para baixo a partir do lóbulo em que os grãos de pólen foram colocados.

Assim, é bastante comum que os grãos de pólen fertilizem os óvulos do carpelo logo abaixo do lóculo onde foram depositados, em vez de um óvulo de qualquer outro carpelo (MANN, 1943; DELAPLANE; MAYER, 2000). Logo, uma quantidade insuficiente de pólen em um lóculo do estigma poderá resultar em uma melancia assimétrica (Figura 17), com baixo valor comercial. Assim, a saturação na polinização é uma estratégia importante para produzir melancias uniformes (SANFORD; ELLIS, 2010; TSCHOEKE et al., 2011).

Além das exigências citadas, o vingamento dos frutos é favorecido pela alta umidade do ar e pelo bom desenvolvimento dos ovários das flores que são obtidas em ramos vigorosos (MOHR, 1986). Então, o número de visitas (oito ou mais), o horário de visita (de 6 h às 10 h da manhã), o tamanho do ovário no momento da polinização, o vigor da planta e do ramo em que a flor polinizada se localiza e o número de frutos já vingados na planta contribuem para maiores percentuais de vingamento (SANFORD; ELLIS, 2010).



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 17. Fruto de melancia assimétrico, resultado de uma polinização inadequada.

Polinizadores

Visitantes e polinizadores

As flores da melanciaira são visitadas por uma gama de insetos (Figura 18), pois elas são rasas e bem abertas, expondo facilmente seus recursos aos visitantes. Apesar de vários autores relatarem a visitação de um vasto número de insetos às flores, como abelhas, vespas, formigas, borboletas, moscas e besouros (MALERBO-SOUZA et al., 1999; ELLIS; DELAPLANE, 2009; NJORGE et al., 2004; TAHA; BAYOUMI, 2009), as características morfológicas de suas flores apontam para uma forte tendência à melitofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; DELAPLANE; MAYER, 2000). Geralmente, outros insetos coletam recursos florais sem tocar nas partes reprodutivas das flores, ou, mesmo quando tocam, visitam as flores ocasionalmente, contribuindo muito pouco no processo de polinização (Figura 19) e, conseqüentemente, na produção de frutos (MALERBO-SOUZA et al., 1999; ELLIS; DELAPLANE, 2009; NJORGE et al., 2004; TAHA; BAYOUMI, 2009; SERRA; CAMPOS, 2010).

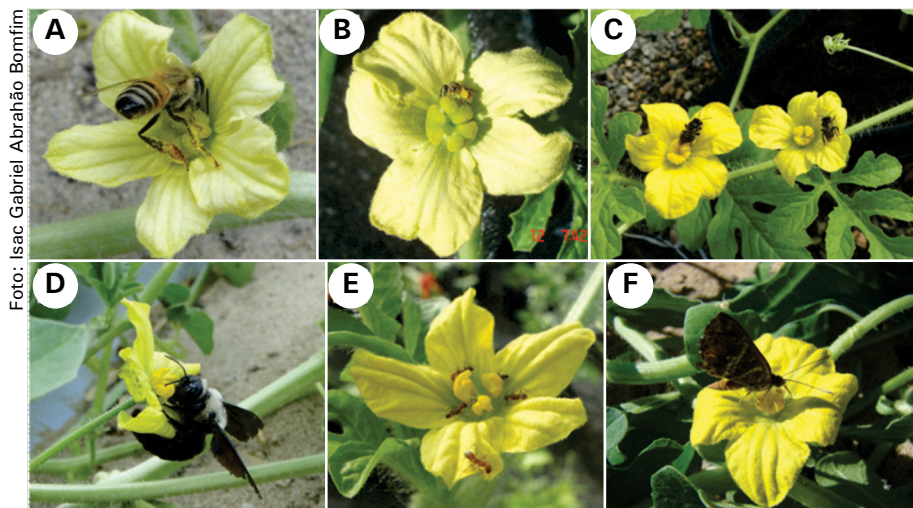


Figura 18. Alguns visitantes da melancia: (A) abelha *Apis mellifera*; (B) abelha sem ferrão *Plebeia* sp.; (C) abelhas sem ferrão *Scaptotrigona* sp.; (D) abelha solitária *Xylocopa* sp.; (E) formigas; (F) borboleta.



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 19. Formigas visitando uma flor feminina de melancia sem tocar em suas partes reprodutivas.

As abelhas, de um modo geral, são excelentes polinizadores da melancieira devido a características como sua dieta exclusivamente vegetariana e, no caso de abelhas sociais, grande demanda alimentar, que impõe uma necessidade trófica pelos recursos ofertados nas flores. Além disso, a grande quantidade de pelos ramificados ao redor do corpo das abelhas aumenta a eficiência na aderência e transferência dos grãos de pólen entre as flores estaminadas e pistiladas, e também as características comportamentais, como a visitação de várias flores estaminadas e pistiladas ao longo de uma mesma viagem, aumentando a probabilidade de transferência dos grãos de pólen para o estigma das flores pistiladas da melancieira (WINSTON, 2003; KREMEN et al., 2002; STANGHELLINI et al., 2002b).

Várias espécies de abelhas solitárias e sociais são visitantes das flores da melancieira, e muitas dessas são reconhecidas como eficientes polinizadores (FREE, 1993; WINFREE et al., 2007). Apesar de as abelhas *Apis mellifera* e algumas espécies manejadas pertencentes

ao gênero *Bombus* serem as mais utilizadas em plantios para fins de polinização (STANGHELLINI et al., 2002b), as abelhas nativas, sociais sem ferrão e solitárias de grande, médio e pequeno porte também são importantes na polinização (NJOROGE et al., 2004; SOUZA; MALERBO-SOUZA, 2005; WINFREE et al., 2007; TAHA; BAYOUMI, 2009).

A existência de habitats naturais, que forneçam locais de nidificação e fontes de alimento, nas proximidades dos cultivos de melancia, aumenta a presença espontânea de abelhas não manejadas nessas áreas durante o florescimento da cultura (KREMEN et al., 2002; WINFREE et al., 2007). Entretanto, é comum a introdução de polinizadores manejáveis (Figura 20), durante a fase de florescimento, com a finalidade de garantir a polinização e maximizar a produção comercial de frutos e/ou sementes, principalmente em grandes áreas de monocultivo de melancia (Figura 21), cujos serviços de polinização oferecidos pelos ecossistemas nem sempre são capazes de atender à grande demanda de polinização da melancia (KREMEN et al., 2002).

Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim



Figura 20. Colmeias de *Apis mellifera* introduzidas na margem de uma área de cultivo de melancia.



Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim

Figura 21. Área de cultivo de melancia em Russas, CE.

Eficiência de polinização

Um polinizador dificilmente conseguirá transferir em uma única visita toda a quantidade de pólen requerida pelas flores de melancia (500 a 1.000 grãos de pólen) para formação de um fruto perfeito. Sendo assim, cada flor exige múltiplas visitas dos polinizadores para alcançar tamanha demanda por pólen (STANGHELLINI et al., 1998a,b). O aumento no número de visitas resulta em um maior número de frutos por planta, além de frutos de maior massa e mais doces para as variedades triploides, e frutos de maior massa, mais doces e com mais sementes em variedades diploides (GUERRA-SANZ; SERRANO, 2008).

As flores da melancia são beneficiadas não só pelas múltiplas visitas das abelhas a uma mesma flor, levando uma grande quantidade de pólen às flores pistiladas, como também pelo tipo de movimentação das abelhas dentro do plantio e durante a visita a uma flor, definindo o modo da distribuição dos grãos de pólen dentro do plantio e sobre a superfície estigmática de uma flor (FREE, 1993; WALTERS; SCHULTHEIS, 2009; TSCHOEKE et al., 2011).

A quantidade de grãos de pólen depositados no estigma de uma flor em apenas uma visita pode ser um bom indicativo da eficiência de um polinizador, pois a partir daí é possível estimar quantas visitas dessa espécie serão necessárias para completar a quantidade de grãos de

pólen requeridos pela flor para o vingamento de um fruto perfeito (FREITAS, 1998; STANGHELLINI et al. 2002b).

Segundo Stanghellini et al. (2002b), cada visita de uma abelha *Bombus impatiens* e *Apis mellifera* é responsável por uma deposição média de, respectivamente, 152 e 55 grãos de pólen no estigma de uma flor de melancia. De acordo com Adlerz (1966) e Stanghellini et al. (1997), para o vingamento de frutos em cultivares de melancia convencional (2n), são necessárias no mínimo seis visitas de *Apis mellifera* às flores pistiladas, ao passo que, com as abelhas *Bombus impatiens*, ocorre o vingamento com apenas uma única visita (STANGHELLINI et al., 1997). Já com relação ao número máximo de sementes vingadas por fruto, é necessário um total de 18 visitas de *Apis mellifera* e 12 visitas de *Bombus impatiens* para se alcançar níveis equivalentes aos de flores sujeitas à polinização livre (STANGHELLINI et al., 1998b).

Contudo, em variedades de melancia sem semente (3n), a quantidade de visitas necessárias para formação de frutos é bem maior. Essa necessidade requerida é de 16 a 24 visitas de *Apis mellifera* para maximizar o vingamento e a produção de melancias sem semente em áreas de melancia triploides com uma proporção ou frequência de 33% de plantas doadoras ou polinizadoras (2n). Isso representa mais do que duas vezes o número de visitas requeridas pelas flores das variedades de melancia com semente (2n), para formação de frutos, quando visitadas pela mesma espécie de abelha. Nesse sistema, as abelhas transferem, em uma única visita às flores, tanto grãos de pólen viáveis (2n), como inviáveis (3n), os quais não germinam e, portanto, não emitem tubos polínicos, essenciais para a produção de fitormônios e o consequente desenvolvimento dos frutos (WALTERS, 2005).

Introdução de polinizadores manejáveis em áreas de cultivo de melancia

A produtividade das cucurbitáceas em escala comercial está relacionada com um manejo altamente tecnificado, incluindo a adição de colmeias com abelhas nas áreas, para efetiva polinização. Entretanto, em alguns locais, não é comum a introdução de polinizadores manejáveis,

mesmo onde a área plantada vem aumentando e, conseqüentemente, diminuindo a vegetação nativa nos arredores, ficando a polinização por conta dos insetos existentes nos fragmentos de vegetação natural no entorno do cultivo, o que muitas vezes não é suficiente para atender aos requerimentos de polinização da cultura ao longo de toda a área plantada (SIQUEIRA et al., 2011).

Sem a introdução da densidade ideal de polinizadores, somente se alcançará um completo serviço de polinização em cucurbitáceas, em uma escala comercial, a partir de um somatório dos esforços da diversidade de espécies polinizadoras naturais que atuam na área, associadas às práticas amigáveis de polinização, como a conservação e/ou restauração de áreas naturais, aliadas a outras práticas de manejo que visem minimizar os impactos negativos sobre esses insetos (WINFREE et al., 2007; SERRA; CAMPOS, 2010).

Assim, a polinização dirigida, ou seja, a introdução de polinizadores manejáveis em cultivos com melancia deve ser considerada um insumo ou prática fundamental durante o período de florescimento, para o aumento da produtividade da área e a conseqüente melhoria na lucratividade (TSCHOEKE et al., 2011).

As abelhas são consideradas os mais importantes polinizadores das culturas agrícolas no mundo. Entre as mais de 20 mil espécies já catalogadas no planeta, somente algumas são manejadas comercialmente para a polinização de culturas agrícolas. As espécies de abelhas sociais são geralmente preferidas, principalmente devido ao alto número de abelhas, que podem ser mantidas em uma mesma colmeia, e pelo eficiente sistema de comunicação e recrutamento de campeiras para coleta de recursos florais (WINSTON, 2003; CRUZ; CAMPOS, 2009).

Apesar de algumas espécies de abelhas *Bombus* serem mais manejáveis e eficientes, por indivíduo, na polinização da melancia do que *Apis mellifera* (STANGHELLINI et al., 2002b), no Brasil, as poucas espécies do gênero são bastante agressivas e não manejáveis até o presente

momento, impossibilitando sua criação para polinização. A importação de espécies exóticas é proibida por lei; além disso, deve-se preferir o uso de abelhas nativas como polinizadores de culturas agrícolas ao invés de espécies exóticas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2006; CRUZ; CAMPOS, 2009).

A utilização de colônias de meliponíneos (abelhas sem ferrão) como polinizadores de culturas agrícolas se mostra bastante promissora. Alguns estudos mostram potencialidade na criação e no uso de certas espécies de abelhas sem ferrão (ex.: *Melipona subnitida*, *M. quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Scaptotrigona* spp., *Tetragonisca angustula*) na polinização de culturas agrícolas, tanto em campo aberto (ex.: goiaba) quanto em ambiente protegido (ex.: berinjela, minimelancia, morango, pimenta, pimentão, tomate e pepino); porém, a aplicação desse conhecimento, em nível comercial, ainda é incipiente (HEARD, 1999; MALAGODI-BRAGA et al., 2004; CRUZ et al., 2005; DEL SARTO et al., 2005; SLAA et al., 2006; CRUZ, 2009; ROSELINO et al., 2010; BOMFIM, 2013).

Apesar de ser uma espécie exótica, dentre as espécies de polinizadores sociais manejáveis, as abelhas *Apis mellifera* são as mais utilizadas em plantios comerciais de melancia no Brasil e no mundo, pois já vivem naturalmente em várias áreas do globo terrestre, incluindo o Brasil. Além do mais, possuem uma população numerosa, facilmente se adaptam às mais diversas condições ambientais e tipos de flores e também possuem colônias perenes, que são facilmente adquiridas, manejadas e transportadas para os locais desejados (STANGHELLINI et al., 1998b; TSCHOEKE et al., 2011).

Para um manejo adequado das colmeias nas áreas de cultivo, necessita-se de uma série de conhecimentos básicos sobre a fenologia, morfologia da planta e biologia floral das cultivares, como também dados relativos à biologia e comportamento dos agentes polinizadores (SIQUEIRA et al., 2011).

Momento da introdução e condições das colônias de *Apis mellifera*

Colônias de *Apis mellifera* devem ser introduzidas em plantios de melancia uma semana após a emissão das primeiras flores estaminadas, o que normalmente coincide com o surgimento das primeiras flores pistiladas (MUSSEN; THORP, 1997; STANGHELLINI et al., 2002b; REYES-CARRILLO et al., 2009). Qualquer atraso na introdução das colmeias após a emissão das primeiras flores pistiladas implica perdas significativas de produtividade. No caso do meloeiro, Reyes-Carrillo et al. (2009) estimaram perda de 3,17 toneladas de frutos por hectare para cada dia de atraso na introdução das colmeias de *A. mellifera*.

De uma forma geral, diz-se que as colônias utilizadas em serviços de polinização devem ser sadias, populosas, possuir uma grande área de cria e rainha jovem (até 2 anos de idade) (PNW, 1993; NOGUEIRA-COUTO, 1998). Para isso, as colmeias devem ser padronizadas com, no mínimo, seis quadros de cria nos seus vários estágios de desenvolvimento, acompanhados das abelhas adultas que recobrem cada quadro, o que leva a uma população de pelo menos 25 mil indivíduos adultos. As colmeias também devem conter cerca de dois favos preenchidos com mel (PNW, 1993). De maneira prática, afirma-se que uma colmeia dará bons serviços de polinização se apresentar um fluxo de entrada ou saída no alvado de, pelo menos, 100 campeiras por minuto (PNW, 1993; DELAPLANE; MAYER, 2000). Ao longo do período de florescimento, é importante acompanhar a movimentação das campeiras nas flores, no período da manhã, para conferir se realmente as operárias estão visitando a cultura-alvo (NOGUEIRA-COUTO, 1998).

Densidade de colmeias

Vários autores sugerem diferentes quantidades de colmeias por hectare para manter os níveis ideais de polinização, de maneira uniforme, ao longo de toda a área de cultivo. Fazendo uma média das amplas variações de densidades recomendadas na literatura, chega-se a 4,5 colmeias por hectare, porém a densidade mais utilizada pelos produtores de melancia é de 3 colmeias/ha (MUSSEN; THORP, 1997;

DELAPLANE; MAYER, 2000). Na realidade, a densidade de colmeias na área é influenciada por diversos fatores, como as condições climáticas, a existência de outras floradas nas proximidades que competem na atração dos polinizadores, a qualidade da colônia e da colmeia, a reutilização imediata das colônias sem um período de recuperação adequado, o local de instalação das colmeias, a existência de polinizadores naturais na área cultivada e os tipos e quantidade de agroquímicos utilizados e horário de aplicação (PNW, 1993; MUSSEN; THORP, 1997; KREMEN et al., 2002, 2004; FREITAS; PINHEIRO, 2012). A relação adequada é de pelo menos uma abelha para 100 flores. A maneira prática de verificar essa relação é contando o número de abelhas a cada 100 flores visualizadas ao longo de um transecto realizado em todas as partes do plantio que estejam na fase de florescimento (Figura 22) (DELAPLANE; MAYER, 2000; SANFORD; ELLIS, 2010).

Foto: Isac Gabriel Abrahão Bomfim



Figura 22. Determinação da quantidade de abelhas em visitação às flores em cultivo de melancia.

Localização, distribuição e instalação das colmeias

Quanto mais próximas as colmeias estiverem da cultura em florescimento, melhor o rendimento da polinização. Assim, o recomendado é distribuir as colmeias dentro da cultura, seguindo a densidade adequada (entre 3,0 e 4,5 colmeias/ha). Porém, esse tipo de arranjo não só dificulta o manejo do apicultor, como também o manejo do agricultor, aumentando os riscos de acidentes, já que essas abelhas possuem ferrão e são normalmente defensivas nas proximidades de seus ninhos (NOGUEIRA-COUTO, 1998). Em plantios de cucurbitáceas, é comum distribuir as colmeias tanto na linha central (Figura 23) como nas linhas laterais que margeiam a área cultivada (Figura 20). Outra possibilidade é situá-las também nas laterais, só que recuadas 30 m da área de plantio. Grupos de 10 a 20 colmeias espaçados 160 m uns dos outros ao longo do contorno do campo são mais eficientes do que dispor um apiário com todas as colmeias em apenas um dos lados da área de cultivo (MUSSEN; THORP, 1997).



Foto: Antonio Diego de M. Bezerra

Figura 23. Colmeias de *Apis mellifera* alocadas na parte central do plantio de melancia.

Não menos importante, as colônias requerem também sombra e água acessível nas proximidades das colmeias, para evitar que a população de abelhas campeiras deixe de visitar as flores e passe a realizar outras atividades como o resfriamento interno da colmeia. A falta desses dois itens pode levar as colônias ao enfraquecimento e, em condições de extremo calor, ao abandono da colmeia, prejudicando seu serviço de polinização (SEELEY, 2006; FREITAS et al., 2007).

Defensivos agrícolas x polinização

Para minimizar os riscos de contaminações com defensivos agrícolas, as colônias devem ser introduzidas na área apenas durante o florescimento e retiradas logo após obtenção do vingamento esperado de frutos. Além disso, se for inevitável a aplicação de agroquímicos durante o florescimento (Figura 24), deve-se priorizar produtos menos tóxicos às abelhas e aplicá-los no final da tarde ou ao anoitecer, quando já não há mais atividade das abelhas no campo. Defensivos agrícolas com maior efeito residual devem sempre ser evitados, pois não há horário de aplicação que se mostre razoavelmente seguro (MUSSEN; THORP, 1997; REYES-CARRILLO et al., 2009; FREITAS; PINHEIRO, 2012).



Foto: Isac Gabriel A. Bomfim

Figura 24. Pulverização com defensivos agrícolas nas proximidades das colmeias durante o período de florescimento: (A) pulverização manual; (B) pulverização via trator.

Deficit de polinização

A baixa produtividade das áreas cultivadas no Brasil e em vários outros países é um dos fatores que mais influenciam, por parte dos produtores, a expansão das fronteiras agrícolas, com a finalidade de

compensar a produção não alcançada (GARIBALDI et al., 2009; MILFONT et al., 2013). Portanto, diversificar e aumentar massivamente a produção agrícola, sem expandir demasiadamente a quantidade de terra utilizada, está sendo o maior desafio para a humanidade (HOW..., 2010).

No cultivo de cucurbitáceas, a baixa produção pode estar diretamente relacionada ao deficit de polinização (GARIBALDI et al., 2009). Então, a supressão do deficit de polinização por meio da atração e/ou manutenção, ou ainda a introdução de agentes polinizadores bióticos nos cultivos pode elevar a produtividade e, consequentemente, evitar a redução de áreas de vegetação natural, que por sua vez continuaria a contribuir no aumento da produção agrícola por meio da manutenção dos agentes naturais de polinização (FREE, 1993; LOSEY; VAUGHAN, 2006; WINFREE et al., 2007).

Deficit de polinização, em culturas agrícolas, é o recebimento inadequado de pólen no estigma das flores, fato que limita a produção agrícola (VAISSIÈRE et al., 2011). Na produção de melancia e demais cucurbitáceas, o deficit de polinização poderia ser visualizado pela diferença entre a quantidade em quilograma de frutos ou sementes produzida sem uma determinada área, em um nível ótimo de polinização, e a quantidade real produzida. Além disso, frutos mal formados podem ser resultados de deficit de polinização, já que são considerados refugos e têm baixo valor de mercado (VAISSIÈRE et al., 2011).

De maneira prática, a mensuração do deficit de polinização em cultivos de melancia pode ser feita pela diferença entre os resultados obtidos com o tipo de polinização manual, que atenda por completo aos requerimentos de polinização das flores pistiladas, e a polinização livre, a qual reflete a polinização natural realizada pelos vetores bióticos presentes na área (DELAPLANE et al., 2013) (Figura 25). Então, a diferença entre esses tipos de polinização revela o quanto o produtor está deixando de produzir na área em decorrência de uma polinização mal sucedida ou insuficiente (TSCHOEKE et al., 2011; VAISSIÈRE et al., 2011).

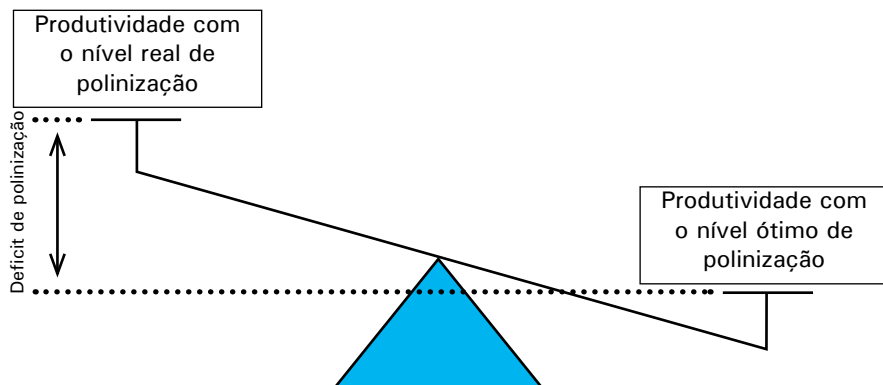


Figura 25. Balança de mensuração do deficit de polinização em uma área agrícola. (Adaptado de VAISSIÈRE et al., 2011).

O deficit de polinização pode ser causado por fatores como a ausência de polinizadores naturais no ecossistema, o não uso de polinizadores manejáveis na fase de florescimento ou a falha no manejo, que pode ser decorrência de: introdução dos polinizadores no plantio fora do período adequado; falha no direcionamento das abelhas campeiras à cultura-alvo; utilização de colônias abaixo das condições ideais para os serviços de polinização; distribuição, localização e instalação errada das colmeias povoadas dentro do plantio; baixa densidade de colônias no plantio e/ou utilização inadequada de defensivos agrícolas durante o período de polinização (PNW, 1993; MUSSEN; THORP, 1997; DELAPLANE; MAYER, 2000; NeSMITH; DUVAL, 2001; KREMEN et al., 2002; SOUSA et al., 2009; SERRA; CAMPOS, 2010; FREITAS; PINHEIRO, 2012). Além disso, em plantios de melancia sem semente (3n), deve-se escolher a frequência, o arranjo e o tipo de plantas doadoras de pólen (2n) compatíveis com as condições ambientais e a variedade de melancia sem semente cultivada (FIACCHINO; WALTERS, 2003; FREEMAN et al., 2007; DITTMAR et al., 2010).

O conhecimento desses pontos críticos no processo de polinização da melancia e demais cucurbitáceas, portanto, torna-se fundamental para buscar a maximização da produtividade da área e, por consequência, gerar aumento na lucratividade do sistema agrícola em questão.

Referências

ADLERZ, W. C. Honey bee visit numbers and watermelon pollination. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n.1, p.28-30, 1966.

ALMEIDA, D. P. F. **Manual de culturas hortícolas**, Lisboa: Editorial Presença, 2006. v. II.

ANGELOTTI, F.; COSTA, N. D. **Sistema de produção de melão**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistema de produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/clima.html>>. Acesso em: 05/10/2013.

AZO'O ELA, M.; MESSI, J.; TCHUENGUEM FOHOUE, F. N.; TAMESSE, J. L.; KEKEUNOU, S.; PANDO, J. B. Foraging behaviour of *Apis mellifera adansonii* and its impact on pollination, fruit and seed yields of *Citrullus lanatus* at Nkolbisson (Yaoundé, Cameroon). **Cameroon Journal of Experimental Biology**, v. 6, n. 1, p. 41-48, 2010.

BARROSO, M. R.; MAGALHÃES, M. J.; CARNIDE, V.; MARTINS, S. **Cucurbitaceas de Trás-os-Montes**. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Mirandela, 2007. 100 p.

BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.

BOMFIM, I. G. A. **Uso de abelhas sem ferrão (Meliponinae: Apidae) em casa de vegetação para polinização e produção de frutos de minimelancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] com e sem semente**. 2013. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BOMFIM, I. G. A.; BEZERRA A. D. M.; NUNES A. C.; ARAGÃO F. A. S.; FREITAS B. M. Emissão, duração e proporção de flores estaminadas e pistiladas em cinco variedades de minimelancia sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S605-S611, 2012.

CAMPAGNOL, R.; NOVOTNY, I. P.; MATSUZAKI, R. T.; MATTAR, G. K.; DONEGA, M. A.; MELLO, S. C. Sistemas de condução e espaçamento entre plantas no rendimento de minimelancia em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. S336-S342, 2010.

CRUZ, D. O. **Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (CAMPO ABERTO) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (AMBIENTE PROTEGIDO) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil.** 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 5-10, 2009.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.1197-1201, 2005.

CUNNINGHAM, C. R. Fruit setting of watermelons. **American Society for Horticultural Science**, v. 37, p. 811-814, 1939.

DELAFLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees.** Cambridge: CABI, 2000. 344 p.

DELAFLANE, K. S.; DAG, A.; DANKA, R. G.; FREITAS, B. M.; GARIBALDI, L. A.; GOODWIN, R. M.; HORMAZA, J. I. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Research**, v. 52, n. 4, p. 1-28, 2013. Disponível em: <<http://www.ibra.org.uk/articles/Standard-methods-for-pollination-research-with-Apis-mellifera>>. Acesso em: 07 jul. 2012.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 260-266, 2005.

DIAS, R. C. S.; CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P. **Sistema de produção de melancia:** mercado, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/mercado.htm>. Acesso em: 10 jul. de 2012.

DITTMAR, P. J.; SCHULTHEIS, J. R.; MONKS, D. W. Use of commercially available pollenizers for optimizing triploid watermelon production. **HortScience**, v. 45, n. 4, p. 541-545, 2010.

ELLIS, A.; DELAFLANE, K. S. An evaluation of Fruit-Boost™ as an aid for honey bee pollination under conditions of competing bloom. **Journal of Apicultural Research and Bee World**, v. 48, n. 1, p. 15-18, 2009.

ELMSTROM, G. W.; MAYNARD, D. N. Attraction of honey bees to watermelon with bee

attractant. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 103, p. 130-133, 1990.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p.

FAOSTAT. Database. 2013. **Crops database**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 13 out. 2013.

FERREIRA, M. A. J. F. **Técnicas de produção de sementes de melancia, via polinizações manuais controladas, em campo e casa-de-vegetação**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, 40). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/187028/1/ct040.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

FIACCHINO, D. C.; WALTERS, S. A. Influence of diploid pollenizer frequencies on triploid watermelon quality and yields. **HortTechnology**, v. 13, n. 1, p. 58-61, 2003.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 1993. 684 p.

FREEMAN, J. H.; MILLER, G. A.; OLSON, S. M.; STALL, W. M. Diploid watermelon pollenizer cultivars differ with respect to triploid watermelon yield. **HortTechnology**, v. 17, n. 4, p. 518-522, 2007.

FREEMAN, J. H.; OLSON, S. M.; KABELKA, E. A. Pollen viability of selected diploid watermelon pollenizer cultivars. **HortScience**, v. 43, n. 1, p. 274-275, 2008.

FREITAS, B. M. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 105-107.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, v. 80, p. 44-46, 2005.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. **Polinizadores e pesticidas: princípios de manejo para os ecossistemas brasileiros**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, 112 p, 2012.

FREITAS, B. M.; SOUSA, R. M.; BOMFIM, I. G. A. Absconding and migratory behaviors of feral Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in NE Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 381-385, 2007.

GARIBALDI, L. A.; AIZEN, M. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Pollinator shortage and global yield: looking at the whole spectrum of pollinator dependency. **Communicative & Integrative Biology**, v. 2, n. 1, p. 37-39, 2009.

GICHIMU, B. M.; OWUOR, B. O.; DIDA, M. M. Agronomic performance of three most

popular commercial watermelon cultivars in kenya as compared to one newly introduced cultivar and one local landrace grown on dystic nitisols under sub-humid tropical conditions.

ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, v. 3, n. 5-6, p. 65-71, 2008.

GONÇALVES, M. M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.

Produção de minimelancia em sistema orgânico no sul do rio grande do sul como alternativa para a diversificação das áreas de tabaco. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 83). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30947/1/Circular-83.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2012.

GUERRA SANZ, J. M. Crop pollination in greenhouses. In: JAMES, R. R.; PITTS-SINGER, T. L. (Ed.). **Bee pollination in agricultural ecosystems**. New York: Oxford University Press, 2008. Cap. 3, p. 27-47.

GUERRA SANZ, J. M.; SERRANO, A. R. Influence of honey bees brood pheromone on the production of triploid melon. In: EUCARPIA. MEETING ON GENETICS AND BREEDING OF CUCURBITACEAE, 9., 2008, Avignon. **Proceedings...** Avignon: INRA, 2008. p. 385-390.

HAWKER, J. S.; SEDGLEY, M.; LOVEYS, B. R. Composition of stigmatic exudate, nectar and pistil of watermelon, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, before and after pollination. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 10, p. 257-264, 1983.

HAYATA, Y.; NIIMI, Y.; IWASAKI, N. Synthetic cytokinin-1-(2 = chloro = 4 = pyridyl)-3-phenylurea (CPPU) - promotes fruit set and induces parthenocarp in watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n. 120, v. 6, p. 997-1000, 1995.

HEARD, R. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, v. 44. p. 183-206, 1999.

HODGES, L.; BAXENDALE, F. **Bee pollination of cucurbit crops**. Horticulture. 2007.

Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1785&context=extensionhist&sei-redir=1&referer=http%3A%2F%2Fscholar.google.com.br%2Fscholar%3Fq%3DHODGES%2C%2BL.%253B%2BBAXENDALE%2C%2BF.%2BBee%2Bpollination%2Bof%2Bcucurbit%2Bcrops%26hl%3Dpt-BR%26as_sdt%3D0%26as_vis%3D1%26oi%3Dscholar%26sa%3DX%26ei%3DgptnU9K0HtHhsATE1ILoBQ%26ved%3DOCwQgQMwAA#search=%22HODGES%2C%20L.%3B%20BAXENDALE%2C%20F.%20Bee%20pollination%20cucurbit%20crops%22>. Acesso em: 20 maio 2012.

HOW to feed a hungry world. **Nature**, v. 466, n. 7306, p. 531-532, 2010.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2011. v. 38, 94 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; DE JONG, D.; SARAIVA, A. M. **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices.** Ribeirão Preto: Holos, 2006. 112 p.

ISHIKAWA, S. M.; FIGUEIREDO, G. Olerícolas para cultivo em ambiente protegido. **Casa da Agricultura**, v. 14, n. 2, p. 24-25, 2011.

KARASAWA, M.; SILVA, N. C.; PIRES, M. M. M. L.; BATISTA, P. F.; PIMENTA, R. M. B.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A. Características produtivas de melancias “icebox” submetidas a diferentes coberturas do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. S5710-S5716, 2008.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMER, C.; TSCHARNTCKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London Biological Science**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; BUGG, R. L.; FAY, J. P.; THORP, R. W. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters**, v. 7, n. 11, p. 1109-1119, 2004.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **PNAS**, v. 99, n. 26, p. 16812-16816, 2002.

KWON, S. W.; JASKANI, M. J.; KO, B. R.; CHO, J. L. Collection, germination and storage of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) pollen for pollination under temperature conditions. **Asian Journal of Plant Science**, v. 4, n. 1, p. 44-49, 2005.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The economical value of ecological services provided by insects. **Bioscience**, v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas sem ferrão e polinização. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 10, p. 59-70, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; TADEU, A. M.; BETINNI, P. C.; TOLEDO, V. A. A. Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 579-583, 1999.

MANN, L. K. Fruit shape of watermelons as affected by placement of pollen on the stigma. **Botanical Gazette**, v. 105, p. 257-262, 1943.

MAYNARD, D. N.; ELMSTROM, G. W. Triploid watermelon production practices and varieties. **Acta Horticulturae**, v. 318, p. 169-173, 1992.

McGREGOR, S. E. **Insect Pollination of Cultivated Crop Plants.** Washington: United States Department of Agricultural Research Service, 1976. 496 p.

MILFONT, M. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopolination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, p. 335-341, 2013.

MOHR H. C. Watermelon Breeding. In: BASSETT, M. J. (Ed.). **Breeding vegetable crops**. Connecticut: AVI Publishing, 1986. Cap. 2, p. 37-66.

MUSSEN, E. C.; THORP, R. W. **Honey Bee Pollination of Cantaloupe, Cucumber and Watermelon**. University of California, Cooperative Extension, 1997. Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7224.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2012.

NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, L. B.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L. Taxonomia e sistemática, centro de origem e morfologia da melancia. In: SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil**. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. cap. 1, p. 11-18.

NeSMITH, S.; J. DUVAL. Fruit set of triploid watermelon as a function of distance from a diploid pollenizer. *HortScience*, v. 36, n.1, p. 60-61, 2001.

NJOROGE, G. N.; GEMMILL, B.; BUSSMANN, R.; NEWTON L. E.; NGUMI, V. W. Pollination ecology of *Citrullus lanatus* at Yatta, Kenya. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 24, p. 73-77, 2004.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. 1998. Manejo de colmeias de abelhas africanizadas para polinização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 1129-133.

PACINI E.; HESSE, M. Pollenkitt - its composition, forms and functions. **Flora**, v. 200, n. 5, p. 399-415, 2005.

PNW. **Evaluating honey bee colonies for pollination: a guide for growers and beekeepers**. Pacific Northwest Extension Publication, Oregon, 1993. 8 p.

QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S.; SOUZA, F. F.; FERREIRA, M. A. J. F.; ASSIS, J. G. A.; BORGES, R. M. E.; ROMÃO, R. L.; RAMOS, S. R. R.; COSTA, M. S. V.; MOURA, M. C. C. L. Recursos genéticos e melhoramento de melancia no Nordeste brasileiro. In: QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livroorg>>. Acesso em 07 maio 2012.

RAMOS, D. M.; CECALA, J. M.; LEONG, J. M. Secondary pollen transfer by honey bee (*Apis mellifera*) & native bee pollinators in watermelon (*Citrullus lanatus*). In: ANNUAL SCIENCE RESEARCH SYMPOSIUM 6., 2011, [s.L.]. **Proceedings...** [s.L.: s.n.], 2011.

REYES-CARRILLO, J. L.; CANO-RÍOS, P.; NAVA-CAMBEROS, U. Período óptimo de polinización de melón con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). **Agricultura Técnica en México**, v. 35, n. 4, p. 370-377, 2009.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. Cambridge: CAB International, 1997. 226 p.

ROSELINO, A. C.; BISPO DOS SANTOS, S. A.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 154-158, 2010.

SANFORD, M.; ELLIS, J. D. **Beekeeping**: watermelon pollination. Gainesville: University of Florida: IFAS, 2010. 5 p. (EDIS article ENY-154/AA-091).

SEDGLEY, M.; BUTTROSE, M. S. Some effects of light intensity, daylength and temperature on flowering and pollen tube growth in the watermelon (*Citrullus lanatus*). **Annals of Botany**, v. 42, p. 609-616, 1978.

SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha**: um estudo de adaptação na vida social. Porto Alegre: Paixão, 2006. 256 p.

SERRA, B. D. V.; CAMPOS, L. A. O. Polinização entomófila de abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 153-159, 2010.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; GAMA, D. R. S.; ARAÚJO, D. C. S.; COELHO, M. S. Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-BA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 473-478, 2011.

SLAA, E. J.; SÁNCHEZ CHAVES, L. A.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; SILVEIRA-NETO, A. A.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú-CE-Brasil. **Revista Caatinga**, n. 22, v. 1, p. 238-242, 2009.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A. Aspectos Botânicos. In: SOUZA, F. F. (Ed.). **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, p. 11-15, 2008.

SOUZA, F. F.; MALERBO-SOUZA, D. T. Entomofauna visitante e produção de frutos em melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 579-583, 2005.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Melancia sem semente. Desenvolvimento

e avaliação de híbridos triploides experimentais de melancia. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p. 90-95, 1999.

SPANGLER H. G., MOFFETT, J. O. Pollination of melons in greenhouses. **Gleanings in Bee Culture**, v. 107, n. 1, p. 17-18, 1979.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, J. R. Diurnal activity, floral visitation and pollen deposition by honey bees and bumble bees on field-grown cucumber and watermelon. **Journal of Apicultural Research**, v. 41, n. 1-2, p. 27-34, 2002b.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, J. R. Seed production in watermelon: A comparison between two commercially available pollinators. **HortScience**, v. 33, n. 1, p. 28-30, 1998b.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, J. R. The effects of honey bee and bumble bee pollination on fruit set and abortion of cucumber and watermelon. **American Bee Journal**, v. 137, p. 386-391, 1997.

STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T.; SCHULTHEIS, J. R. Using commercial bumble bee colonies as backup pollinators for honey bees to produce cucumbers and watermelons. **HortTechnology**, v. 8, n. 4, p. 590-594, 1998a.

STANGHELLINI, M. S.; SCHULTHEIS, J. R.; AMBROSE, J. T. Pollen mobilization in selected cucurbitaceae and the putative effects on pollinator abundance on pollen depletion rates. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 127, n. 5, p. 729-736, 2002a.

STANGHELLINI, M. S.; SCHULTHEIS, J. R. Genotypic variability in staminate flower and pollen grain production of diploid watermelons. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 752-755, 2005.

TAHA, E. A.; BAYOUMI, Y. A. The value of honey bee (*Apis mellifera* L.) as pollinators of summer seed watermelon (*Citrulus lanatus colothynthoides* L.) in Egypt. **Acta Biologica Szegediensis**, v. 53, n. 1, p. 33-37, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TSCHOEKE, P. H.; PINTO, I. O.; SILVA, R. J. Polinização da melancia por abelhas. In: SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil**. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. cap. 4, p. 59-94.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HEREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. 2. ed. Roma: FAO, 2011. v. 1, 70 p.

VILELA, N. J.; AVILA, A. C.; VIEIRA, J. V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006. 12 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 42).

WALTERS, S. A. Honeybee pollination requirements for triploid watermelon. **HortScience**, v. 40, n. 5, p. 1268-1270, 2005.

WALTERS, S. A.; SCHULTHEIS, J. R. Directionality of pollinator movements in watermelon plantings. **HortScience**, v. 44, n. 1, p. 49-52, 2009.

WEHNER, T. C.; MAYNARD, D. N. **Cucurbitaceae** (Vine Crops): Encyclopedia of Life Sciences. San Francisco: Wiley, 2003.

WINFREE, R.; WILLIAMS, N. M.; DUSHOFF, J.; KREMEN, C. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. **Ecology Letters**, v.10, p. 1105-1113, 2007.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003. 276 p.

WOLF, S.; LENSKY, Y.; PALDI, N. Genetic variability in flower attractiveness to honeybees (*Apis mellifera* L.) within the genus *Citrullus*. **HortScience**, v. 34, n. 5, p. 860-863, 1999.



Agroindústria Tropical

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

